PENGARUH RADIASI ELEKTROMAGNETIK TERHADAP KESEHATAN DAN UPAYA PENCEGAHANNYA

Elfrida Turnip¹, Meta Sari Lumban Gaol², Putri Sridewi Hutajulu³, Yohana Sirait⁴,
Rajo Hasim Lubis⁵

Universitas Negeri Medan, Indonesia^{1,2,3,4,5}
metasari262@gmail.com*

Abstract: *The impact of electromagnetic radiation on health and preventive measures. Laptops emit electromagnetic radiation, including blue light from screens and microwaves from Wi-Fi modules, which pose potential cumulative health risks. This study aims to measure the electromagnetic radiation emitted by laptops, evaluate its impact on user health, and identify applicable preventive measures. The research employed a qualitative method based on library research with a content analysis approach. The findings reveal that blue light intensity ranges from 10–50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, while microwave radiation from Wi-Fi reaches up to 2.0 mW/cm^2 at close distances. Health impacts include eye fatigue, accommodation disorders, and neurological effects such as headaches and fatigue due to prolonged radiation exposure. Identified preventive measures include blue light filters, screen distance adjustments, and low-power Wi-Fi technology. This study offers practical guidelines to minimize health risks associated with electronic device usage.*

Keywords: *blue light; electromagnetic radiation; laptops; microwaves; prevention*

Abstrak: **Pengaruh radiasi elektromagnetik terhadap kesehatan dan upaya pencegahannya** Laptop memancarkan radiasi elektromagnetik, termasuk cahaya biru dari layar dan gelombang mikro dari modul Wi-Fi, yang berpotensi memberikan dampak kumulatif terhadap kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh laptop, mengevaluasi dampaknya terhadap kesehatan pengguna, serta mengidentifikasi langkah pencegahan yang dapat diterapkan. Studi ini dilakukan menggunakan metode kualitatif berbasis studi pustaka dengan pendekatan analisis isi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas cahaya biru berkisar antara 10–50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, sementara radiasi gelombang mikro dari Wi-Fi mencapai 2,0 mW/cm^2 pada jarak dekat. Dampak kesehatan meliputi kelelahan mata, gangguan akomodasi, serta efek neurologis seperti sakit kepala dan kelelahan akibat paparan radiasi jangka panjang. Langkah pencegahan yang diidentifikasi mencakup penggunaan filter cahaya biru, pengaturan jarak layar, dan teknologi Wi-Fi berdaya rendah. Penelitian ini memberikan panduan praktis untuk meminimalkan risiko kesehatan akibat penggunaan perangkat elektronik.

Kata kunci: cahaya biru; gelombang mikro; laptop; pencegahan; radiasi elektromagnetik

PENDAHULUAN

Radiasi elektromagnetik merupakan fenomena fisika yang melibatkan penyebaran energi melalui kombinasi medan listrik dan medan magnet. Gelombang elektromagnetik mencakup berbagai spektrum, mulai dari gelombang radio hingga sinar-X, yang memiliki karakteristik dan dampak berbeda pada lingkungan, termasuk pada tubuh manusia (Hermawan et al., 2021; Parenreng et al., 2022). Dalam perkembangan teknologi modern, radiasi elektromagnetik menjadi elemen utama dalam perangkat elektronik seperti laptop, yang telah menjadi kebutuhan esensial dalam berbagai aktivitas sehari-hari (Mukhlis et al., 2024; Batubara et al., 2023).

Laptop memancarkan radiasi elektromagnetik melalui komponen seperti layar, hard drive, dan teknologi nirkabel Wi-Fi. Dari sudut pandang fisika, radiasi ini memancarkan energi yang, meskipun relatif rendah, dapat memengaruhi jaringan biologis jika terpapar secara berulang atau intensif (Yushardi et al., 2022; Seniari & Darma, 2020). Paparan cahaya biru dari layar, misalnya, berpotensi merusak retina, menyebabkan kelelahan mata, dan menurunkan kemampuan akomodasi visual. Di sisi lain, radiasi gelombang mikro dari Wi-Fi dapat meningkatkan suhu jaringan tertentu, seperti mata dan otak, serta memengaruhi fungsi biologis sel (Wismaya, 2022).

Berbagai laporan menyebutkan bahwa paparan radiasi elektromagnetik pada perangkat elektronik dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti sakit kepala, kelelahan, insomnia, dan penurunan daya tahan tubuh (Mukhlis et al., 2024; Batubara et al., 2023). Kondisi ideal mengharuskan perangkat seperti laptop dirancang agar aman digunakan tanpa menimbulkan risiko kesehatan. Namun, kenyataannya, banyak pengguna yang tidak menyadari bahaya yang mungkin timbul akibat kebiasaan penggunaan yang kurang tepat, seperti menatap layar terlalu lama atau meletakkan laptop di atas pangkuan (Marta, 2024).

Minimnya pemahaman tentang risiko ini diperparah dengan kurangnya penerapan langkah

pencegahan yang dapat meminimalkan dampaknya. Beberapa langkah sederhana, seperti menjaga jarak aman antara mata dan layar, mengurangi kecerahan layar, dan membatasi waktu penggunaan, sebenarnya mampu mengurangi risiko kesehatan akibat radiasi (Adiwinata & Wardhani, 2021; Mukhlis et al., 2024). Sayangnya, informasi mengenai pentingnya langkah-langkah tersebut belum sepenuhnya tersosialisasi dengan baik di masyarakat.

Penelitian terkait dampak radiasi elektromagnetik terhadap kesehatan telah dilakukan, tetapi banyak yang belum mengeksplorasi bagaimana cara efektif untuk mengurangi dampak tersebut secara praktis (Seniari & Darma, 2020; Iramanda, 2021). Analisis yang lebih mendalam tentang mekanisme fisik radiasi, pengukurannya dalam konteks penggunaan perangkat sehari-hari, serta kaitannya dengan keluhan kesehatan masih menjadi kebutuhan mendesak (Hermawan et al., 2021; Wismaya, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh laptop, mengevaluasi dampaknya terhadap kesehatan pengguna, serta mengidentifikasi langkah-langkah pencegahan yang dapat diterapkan. Dengan pendekatan berbasis fisika, penelitian ini diharapkan memberikan pemahaman lebih mendalam tentang interaksi radiasi dengan jaringan biologis serta solusi berbasis bukti yang dapat meningkatkan keselamatan pengguna perangkat elektronik.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif berbasis studi pustaka dengan pendekatan analisis isi. Proses penelitian melibatkan pengumpulan data dari berbagai sumber kepustakaan, baik primer seperti jurnal ilmiah dan buku, maupun sekunder seperti laporan penelitian dan dokumen pendukung lainnya. Data yang terkumpul diklasifikasikan sesuai dengan formula penelitian yang dirumuskan oleh Darmalaksana (2020).

Pendekatan ini bertujuan untuk menggali informasi yang relevan mengenai tingkat radiasi elektromagnetik pada laptop, dampaknya terhadap kesehatan, dan strategi pencegahan yang dapat diterapkan secara praktis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Radiasi Elektromagnetik yang Dipancarkan oleh Laptop

Laptop memancarkan radiasi elektromagnetik dalam dua bentuk utama, yaitu radiasi optik dari layar dan gelombang mikro dari modul Wi-Fi. Radiasi optik, khususnya cahaya biru, berada dalam spektrum panjang gelombang 400–480 nm dan memiliki intensitas bervariasi, bergantung pada jenis teknologi layar yang digunakan. Studi pustaka menunjukkan bahwa layar berbasis LED memiliki tingkat emisi cahaya biru lebih tinggi dibandingkan dengan teknologi OLED, yang dikenal lebih ramah mata. Intensitas cahaya biru ini berkisar antara 10–50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ pada kecerahan normal, tetapi dapat meningkat signifikan saat kecerahan layar diatur maksimal (Monita et al., 2022).

Radiasi optik ini sangat memengaruhi kesehatan retina karena membawa energi foton tinggi. Cahaya biru memiliki kemampuan untuk menembus lapisan retina, di mana energi ini diubah menjadi panas lokal yang meningkatkan risiko stres oksidatif. Secara fisika, mekanisme ini melibatkan transfer energi langsung dari foton ke molekul retina, memicu produksi radikal bebas yang dapat merusak jaringan mata. Pengukuran intensitas cahaya biru menggunakan spektrometer optik menunjukkan bahwa durasi paparan lebih dari enam jam per hari meningkatkan akumulasi efek biologis negatif secara signifikan (Batubara et al., 2023).

Modul Wi-Fi pada laptop memancarkan radiasi elektromagnetik dalam spektrum gelombang mikro dengan frekuensi 2,4–5 GHz. Radiasi ini digunakan untuk komunikasi nirkabel, tetapi menghasilkan energi elektromagnetik yang dapat memengaruhi jaringan tubuh, terutama jika perangkat digunakan dalam jarak dekat. Tingkat intensitas radiasi gelombang mikro yang dipancarkan modul Wi-Fi berkisar antara 0,1–2,0 mW/cm^2 . Intensitas ini dapat meningkat selama transfer data aktif, seperti mengunduh file besar, yang

meningkatkan aktivitas pemancar Wi-Fi (Thandung, 2014; Mukhlis et al., 2024).

Paparan radiasi elektromagnetik ini mengikuti prinsip hukum kuadrat terbalik, di mana intensitas radiasi menurun secara eksponensial dengan bertambahnya jarak dari sumber. Data pustaka menunjukkan bahwa pada jarak 10 cm dari perangkat, tingkat radiasi dapat mencapai 2,5 mW/cm^2 , sedangkan pada jarak 1 meter, intensitasnya menurun hingga di bawah 0,1 mW/cm^2 . Penurunan intensitas ini memberikan dasar ilmiah bagi rekomendasi pengaturan jarak aman untuk meminimalkan risiko paparan (Pratama et al., 2021).

Paparan radiasi gelombang mikro dari laptop juga dipengaruhi oleh orientasi antenna Wi-Fi. Penelitian menunjukkan bahwa posisi antenna yang menghadap langsung ke tubuh pengguna meningkatkan intensitas paparan dibandingkan dengan antenna yang diarahkan ke area terbuka. Variasi ini memberikan wawasan penting tentang bagaimana desain perangkat dapat memengaruhi tingkat paparan radiasi elektromagnetik dan risiko kesehatan yang terkait (Mukhlis et al., 2024).

Evaluasi Dampak Radiasi terhadap Kesehatan Pengguna

Radiasi optik, khususnya cahaya biru, memiliki dampak langsung pada kesehatan mata. Cahaya biru dengan panjang gelombang pendek membawa energi foton tinggi yang dapat memicu stres oksidatif pada retina. Proses ini menyebabkan kerusakan kumulatif pada jaringan fotoreseptor, yang menjadi penyebab utama degenerasi makula terkait usia. Kondisi ini sering kali ditandai dengan gejala awal seperti kelelahan mata, sensitivitas terhadap cahaya, dan kesulitan dalam mempertahankan fokus visual (Wismaya, 2022; Monita et al., 2022).

Durasi paparan yang panjang memperburuk gejala kelelahan mata (asthenopia), yang sering dilaporkan oleh pengguna laptop yang bekerja tanpa jeda. Kondisi ini mencerminkan ketegangan otot siliaris yang terus-menerus untuk mempertahankan akomodasi lensa mata. Beban akomodasi ini tidak hanya meningkatkan risiko kerusakan permanen pada otot mata, tetapi juga menyebabkan nyeri kepala dan gangguan

konsentrasi yang terkait dengan kelelahan visual. Penelitian lebih lanjut mengaitkan fenomena ini dengan respons adaptasi optik yang gagal, di mana mata kehilangan kemampuan untuk beradaptasi dengan cepat terhadap perubahan pencahayaan (Batubara et al., 2023).

Paparan cahaya biru juga berdampak pada ritme sirkadian tubuh melalui mekanisme penekanan produksi melatonin. Melatonin, yang berfungsi mengatur siklus tidur, diproduksi lebih rendah ketika retina terpapar cahaya biru, terutama pada malam hari. Gangguan ini menyebabkan insomnia dan penurunan kualitas tidur, yang berdampak pada performa kognitif dan kesehatan mental pengguna. Kondisi ini semakin diperparah oleh penggunaan laptop yang intensif di malam hari tanpa pelindung cahaya biru (Yushardi et al., 2022; Mukhlis et al., 2024).

Selain dampak pada mata, radiasi elektromagnetik dari modul Wi-Fi memberikan pengaruh signifikan pada jaringan tubuh lainnya. Gelombang mikro yang dihasilkan dapat menyebabkan peningkatan suhu jaringan melalui proses osilasi molekul air, yang dikenal sebagai efek termal. Jaringan sensitif seperti mata, otak, dan kulit sangat rentan terhadap pemanasan ini. Meskipun efek termal dari gelombang mikro pada laptop berada dalam intensitas rendah, paparan berulang kali dapat menyebabkan akumulasi panas yang cukup untuk memengaruhi fungsi protein dan membran sel (Rubin et al., 2005).

Efek non-termal dari gelombang mikro juga telah dilaporkan, di mana radiasi elektromagnetik memengaruhi potensi membran sel dan homeostasis ion. Perubahan ini dapat memengaruhi transmisi sinyal saraf, yang menjadi penyebab utama gejala neurologis seperti sakit kepala, gangguan memori, dan kelelahan kronis. Studi pustaka menunjukkan bahwa individu dengan sensitivitas elektromagnetik melaporkan gejala yang lebih parah, termasuk insomnia, mual, dan depresi ringan (Monita et al., 2022; Seniari, 2021).

Identifikasi Langkah-Langkah Pencegahan yang Dapat Diterapkan

Pendekatan studi pustaka mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi yang

efektif untuk mengurangi risiko paparan radiasi elektromagnetik. Penggunaan filter cahaya biru pada layar laptop adalah salah satu solusi yang terbukti dapat menurunkan intensitas radiasi optik hingga 50%. Filter ini dirancang untuk memblokir panjang gelombang cahaya biru yang paling berbahaya tanpa mengurangi kualitas visual layar. Teknologi ini menjadi penting bagi individu yang bekerja dengan perangkat elektronik dalam durasi panjang (Batubara et al., 2023).

Pengaturan jarak layar menjadi strategi sederhana namun efektif dalam mengurangi paparan radiasi optik. Penelitian menunjukkan bahwa jarak minimal 60 cm dari layar laptop dapat menurunkan intensitas radiasi yang mencapai retina secara signifikan. Rekomendasi ini didukung oleh prinsip fisika tentang penurunan intensitas radiasi seiring dengan peningkatan jarak, sesuai hukum kuadrat terbalik (Yushardi et al., 2022).

Pada radiasi gelombang mikro, langkah pencegahan mencakup penggunaan router Wi-Fi berdaya rendah dan penempatan perangkat di lokasi yang jauh dari tubuh pengguna. Inovasi desain antena Wi-Fi juga memberikan kontribusi signifikan dalam mengurangi intensitas radiasi tanpa mengurangi efisiensi jaringan. Pengembangan antena dengan pola pancaran yang lebih terfokus menjadi salah satu solusi jangka panjang untuk menciptakan perangkat elektronik yang lebih aman (Monita et al., 2022; Mukhlis et al., 2024).

Edukasi kepada masyarakat mengenai dampak radiasi elektromagnetik dan cara pencegahannya sangat diperlukan. Informasi ini harus disampaikan dalam bahasa yang mudah dipahami dan didukung oleh penjelasan ilmiah yang berbasis fisika. Kampanye edukasi juga dapat mencakup panduan praktis seperti pengaturan waktu istirahat dari layar, penggunaan perangkat pelindung, dan pengurangan durasi penggunaan perangkat di malam hari (Anies, 2013; Seniari, 2021).

KESIMPULAN

Studi pustaka ini menemukan bahwa laptop memancarkan radiasi elektromagnetik berupa cahaya biru dari layar dan gelombang mikro dari modul Wi-Fi. Intensitas radiasi

bervariasi bergantung pada jenis teknologi perangkat dan jarak pengguna. Dampak kesehatan mencakup gangguan akomodasi mata, stres oksidatif pada retina, hingga efek neurologis seperti sakit kepala dan kelelahan akibat radiasi gelombang mikro. Langkah pencegahan seperti penggunaan filter cahaya biru, pengaturan jarak layar, dan teknologi Wi-Fi berdaya rendah terbukti efektif dalam mengurangi risiko.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwinata, B. N., & Wardhani, I. P. (2021). Kolaborasi infrared remote dan Internet of Thing dalam memudahkan aktifitas sebagai bagian perspektif Human Computer Interaction: Array. *Jurnal Ilmiah KOMPUTASI*, 20(3), 339–348.
- Anies, M. K. (2013). *Cepat Tua Akibat Radiasi*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Batubara, D. A., Fazirah, C., Syahfitrih, L., Fadilla, M., & Anggraini, R. (2023). Pengaruh Radiasi Elektromagnetik Yang Ditimbulkan Oleh Telepon Seluler. *Al-Irsyad Journal of Physics Education*, 2(2), 76–85.
- Hermawan, M. A., Nurbaiti, U., & Yulianti, I. (2021). Pengaruh Jumlah Komputer terhadap Tingkat Radiasi Elektromagnetik dan Dampak Kesehatan Manusia dalam Lingkungan Teradasi. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 21(1), 32–34.
- Iramanda, D. S. (2021). Quality Assurance (Qa) Dan Quality Control (Qc) Cobalt. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 23(2), 61–74.
- Marta, M. D. A. (2024). Hubungan Unsafe Action Penggunaan Gadget dengan Keluhan Subjektif Kelelahan Mata Pada Mahasiswa Program Studi Psikologi Universitas Jambi Tahun 2023 (Doctoral dissertation, Universitas Jambi).
- Monita, D., Hakim, L., & Manik, J. W. (2022). Bimbingan Bahaya Radiasi Gelombang Elektromagnetik dan Blue Light Dari Gadget di SMA 10 Palangka Raya. *E-Amal: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 609–612.
- Mukhlis, M., Yacob, F., & Herpadiar, F. (2024). Pengaruh Efek Radiasi Ponsel Terhadap Kesehatan Manusia. *Kompetensi*, 1(1), 39–46.
- Parenreng, J. M., Wahid, A., Sanatng, S. P., & Yusmalasari, A. (2022). *Pengantar Jaringan Komunikasi Nirkabel*. Zahira Media Publisher.
- Pratama, A., Jumingin, J., & Atina, A. (2021). Pengukuran Radiasi Elektromagnetik Telepon Seluler Berdasarkan Tipe Telepon. *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (JUPITER)*, 3(1), 19–23.
- Rubin, G. J., Das Munshi, J., & Wessely, S. (2005). Electromagnetic hypersensitivity: A systematic review of provocation studies. *Psychosomatic Medicine*, 67(2), 224–232.
- Seniari, N. M., & Darma, B. W. (2020). Penyuluhan Bahaya Radiasi Gelombang Elektromagnetik Pada Organ Tubuh Mhluk Hidup di Kelurahan Pagutan Barat Mataram. *Prosiding Pepadu*, 2, 230–235.
- Thandung, D. (2014). Tingkat radiasi elektromagnetik beberapa laptop dan pengaruhnya terhadap keluhan kesehatan. *eBiomedik*, 1(2).
- Wismaya, H. S. (2022). Radiasi Medan Elektromagnetik pada Jangkauan Frekuensi Sangat Rendah (Extremely Low Frequency) di Lingkungan Kampus Universitas PGRI Yogyakarta. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 8(3), Juli–September 2022.
- Yushardi, Y., Sudarti, S., & Hamdi, M. N. (2022). Potensi pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik telepon seluler terhadap kesehatan. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 11(2), 316–322.